

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko – geologická fakulta**

*Institut geologického inženýrství*

**PETROGRAFIE GRANITOIDŮ ŽULOVSKÉHO MASIVU**

Bakalářská práce

**Autor:**

Hugo Roberto Da Costa

**Vedoucí bakalářské práce:**

Ing. Tomáš Daněk, Ph.D.

Ostrava 2009

## Prohlášení

- *Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.*
- *Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčním nahlédnutím a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne

---

**Hugo Roberto Da Costa**

## **Anotace**

Předložená bakalářská práce se zabývá petrografickým popisem granitoidů žulovského masivu, který je součástí Českého masivu. Teoretická část bakalářské práce se zabývá charakterizací dané oblasti, dále vznikem, vlastnostmi, využití a výskytem granitoidů.

Praktická část této práce je zaměřena na terénní práci, která zahrnuje odběr vzorků a měření strukturně – tektonických prvků v lomu. Laboratorní práce zahrnují makroskopický a mikroskopický popis odebraných vzorků hornin, dále metodu pro stanovení minerálních fází v hornině – rentgen difrakční analýzu a metodu, která se používá pro stanovení chemického složení analyzovaného vzorku – rentgen fluorescenční analýzu.

Klíčová slova: petrografický popis, granitoidy, metodiky terénních a laboratorních prací, rentgen difrakční analýza, rentgen fluorescenční analýza.

## **Summary**

Translated bachelors work is concerned with Petrography of Žulová Pluton Granitoids, which is part of Czech massive. Theoretic part of this bachelors is also concerned with characterization of the area by its origin, features, exploitation and occurrence of Granitoid in the concerned are.

Practical part of this work is specialized to the methodics of terrain work, which include taking-in samples and metering of structural – tectonic components in the quarry. Methodics of laboratory works include macroscopic and microscopic description of taken samples of the rocks, method for setting-up mineral period in rocks – reontgen diffractive analyse and method, which is used for setting-up chemical constitution of analyse sample – reontgenfluorescent analyse.

Keynotes: Petrography description, Granitiods, methodology of terrain and laboratorial work, reontgen diffractive analyse, reontgen fluorescent analyse.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Geologie oblasti.....</b>	<b>2</b>
2.1	<i>Moravskoslezská oblast.....</i>	<i>3</i>
<b>3</b>	<b>Petrografická charakteristika granitoidů a možnosti jejich využití.....</b>	<b>7</b>
3.1	<i>Klasifikace granitoidů.....</i>	<i>7</i>
3.2	<i>Genetická klasifikace granitoidů .....</i>	<i>9</i>
3.3	<i>Výskyt granitoidů .....</i>	<i>11</i>
3.4	<i>Využití granitoidů .....</i>	<i>12</i>
<b>4</b>	<b>Metodika terénních a laboratorních prací .....</b>	<b>14</b>
4.1	<i>Terénní práce.....</i>	<i>14</i>
4.1.1	Odběry vzorků .....	15
4.1.2	Měření strukturně – tektonických prvků .....	15
4.2	<i>Laboratorní práce.....</i>	<i>16</i>
4.2.1	Petrografický popis .....	17
4.2.2	Metoda XRD.....	18
4.2.3	Metoda XRF .....	19
<b>5</b>	<b>Mineralogicko- petrografické zhodnocení.....</b>	<b>21</b>
5.1	<i>Strukturně – tektonické poměry ložiska.....</i>	<i>21</i>
5.2	<i>Výsledky petrografického popisu.....</i>	<i>23</i>
5.2.1	Makroskopický popis hornin .....	23
5.2.2	Mikroskopický popis hornin.....	24
5.3	<i>Výsledky stanovení minerálních fází metodou XRD .....</i>	<i>29</i>
5.4	<i>Výsledky chemické analýzy.....</i>	<i>30</i>
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>32</b>

<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>33</b>
<b>Seznam tabulek, obrázku .....</b>	<b>35</b>
<b>Příloha.....</b>	<b>36</b>

## **Seznam použitých zkratek**

ČR – Česká republika

ČSN EN 12407 – Česká státní technická norma 12407

FPM – Fundamentals Parameters Method

QAPF diagram – Quartz – Alkali feldspar – Pagoclase – Foide

JV – jihovýchod

JZ – jihozápad

RTG analýza – rentgenová analýza

SSV – severo – severo východ

SV – severovýchod

SZ – severozápad

V – východ

XRD – X – Ray diffraction

XRF – X – Ray Fluorescence

## 1 Úvod

Žulovský masiv se nachází v Moravskoslezské oblasti, která je součástí Českého masivu. Granitoidy, které se vyskytují v žulovském masivu, jsou pro své vlastnosti vhodnou surovinou pro hrubou a kamenickou výrobu.

Granitoidy žulovského masivu jsou těženy firmou Slezský kámen, s.r.o. v lomech Huttung, Petrov, Nový lom a pro své technologické vlastnosti jsou využívány jako významná surovina.

Organizace Slezský kámen, s.r.o. Jeseník má jako hlavní činnost těžbu a úpravu kamene pro ušlechtilé zpracování. Suroviny pro hrubou a kamenickou výrobu představují především biotitické žuly z okrajových částí žulovského plutonu.

Slezský kámen, a.s. vybudoval v posledních letech v Mikulovicích vysokokapacitní úpravárenské zařízení italské výroby pro řezání a leštění blokově těžitelných surovin. Žula je upravována řezáním na katrech nebo na diamantové pile.

Hlavní cílem této bakalářské práce je popsat geologické a mineralogicko – petrografické charakteristiky horniny na ložisku Nový lom. V teoretické části této bakalářské práce bude v kapitole 2 popsána geologie širšího i blízkého okolí ložiska Nový lom. Kapitola 3 přiblíží základní klasifikace a charakteristiky granitoidů. Dále se bude zabývat jejich výskytem a využitím.

Ve čtvrté kapitole bude podrobně rozepsána metodika terénních a laboratorních prací. Pro popis vlastností hornin budou využity následující metody: petrografický popis hornin, který se skládá z makroskopického a mikroskopického popisu podle ČSN EN 12407, metoda XRD a XRF, měření strukturně – tektonických prvků pomocí geologického kompasu.

V páté kapitole budou uvedeny výsledky a vyhodnocení provedených terénních a laboratorních prací.

Závěrečné zhodnocení mineralogicko – petrografických vlastností horniny a strukturně – tektonických prvků může sloužit k rozšíření informací o těžené surovině a možnostech jejího využití.

## 2 Geologie oblasti

Studovaná oblast, tj. Žulovský masiv, je součástí Moravskoslezské oblasti Českého masivu. Český masiv je součástí rozsáhlého variského neboli hercynského horstva, které bylo vyvrásněno při variském vrásnění v době 380 – 300 miliony let před naším letopočtem, tj. v době od středního devonu do svrchního karbonu. Podle teorie deskové tektoniky byla příčinou vzniku horstva srážka desek zemské kůry – staré pevniny Gondwany na jihu a Lauriassie na severu. [1]

Při svém vzniku i později, byla původně souvislá pásma variského horstva porušována zlomy v zemské kůře a snižována účinky eroze. Dnes vystupují na povrch jen jejich vzájemně izolované zbytky, oddělované pokryvy mladších uloženin. Trosky variského horstva je možno sledovat od jižní Anglie a z Pyrenejského poloostrova přes Francii až do střední Evropy, kde je největším povrchovým zbytkem variscid právě Český masiv.[1]

Na stavbě Českého masivu se podílejí především horniny prekambriického a paleozoického stáří. Horninové celky, které vznikly před variským vrásněním nebo v době jeho působení, dělíme v Českém masivu do pěti hlavních oblastí [1]:

- oblast moldanubická;
- oblast středočeská;
- oblast sasko – durynská;
- oblast západosudetská;
- oblast moravskoslezská.

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na poslední jmenovanou oblast Českého masivu, tj. moravskoslezskou oblast, především na její část silezikum a bude o ní pojednáno v následující podkapitole 2.1.



## **2.1 Moravskoslezská oblast**

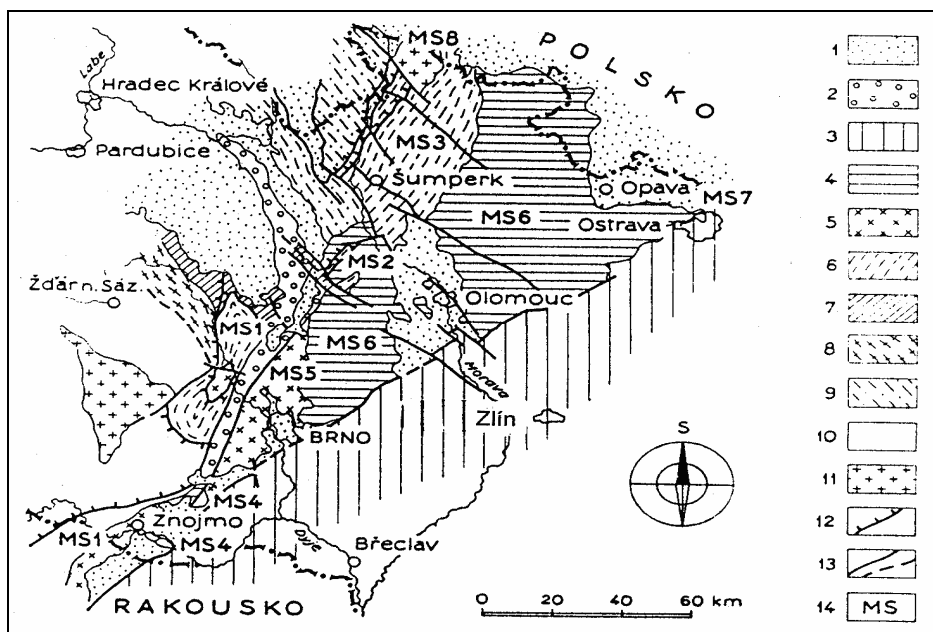
Moravskoslezská oblast je tvořena východním a jihovýchodním okrajem Českého masivu zahrnující moravikum, silezikum (Jeseníky, moravskoslezský devon a karbon Dražanskou vrchovinu, Oderské vrchy, Hornoslezskou pánev...). Je oblastí, ve které docházelo k intenzivní variské orogenezi, je převážně tektonicky omezená jak vůči jádru Českého masivu, tak vůči oblasti lužické. Je tvořena předvariskými magmatity a metamorfity krytými variským zvrásněným devonem a karbonem. [2], [3]

Moravskoslezská oblast je charakterizována celou řadou specifických znaků, které ji odlišují od jednotek, které byly součástí armorické skupiny mikrokontinentů. V rámci zonality evropských variscid přísluší rhenohercynské zóně. [2]

Moravskoslezská oblast byla původně jednotným blokem, který byl součástí avalonsko – kadomského orogénu, rozprostírajícího se při severním okraji gondwanské pevniny. Variská kolize této jednotky s lugodanubikem však způsobila, že západní část moravoslezika byla silně varisky přepracována – rozlámána na dílčí korové segmenty a později deformována a metamorfována. Dnes tyto mobilizované segmenty vystupují v sileziku a moraviku. V důsledku silného tektometamorfního přepracování v rámci variské orogeneze, získaly odchylné znaky. [1], [2]

Moravskoslezská oblast je členěna na dílčí jednotky, které jsou následující a znázorněné na Obr. 1[2]:

- moravikum;
- silesikum;
- brunovistulikum;
- moravsko – slezský devon;
- moravsko – slezský kulm (spodní karbon);
- moravsko – slezský svrchní karbon.



Obr. 1 Moravsko-slezská oblast: 1 – platformní formace a neogén karpatské předhlubně, 2 – permokarbon, 3 – okraj karpatské předhlubně, 4 – moravsko-slezský devon a karbon, 5 – brněnský masív, 6 – krystalinikum silesika, 7 – středočeská oblast, 8 – kutnohorsko – svratecká oblast, 9 – lugická oblast, 10 – moldanubická oblast, 11 – granitoidy, 12 – přesmyky, nasunutí, 13 – zlomy, 14 – označení jednotek: MS<sub>1</sub> – moravikum, MS<sub>2</sub> – svinovalo – vranovské krystalinikum, MS<sub>3</sub> – silesikum, MS<sub>4</sub> – krystalinikum miroslovské hrástě a krhovické krystalinikum, MS<sub>5</sub> – brněnský masív, MS<sub>6</sub> – moravsko – slezský devon a spodní karbon (kulm), MS<sub>7</sub> – moravsko – slezský svrchní karbon, MS<sub>8</sub> – granitoidy silesika. [2]

Silezikum je část moravskoslezské oblasti, která je ramzovským nasunutím oddělena od lugické oblasti. Na jihu je ukončeno soustavou nectavských zlomů v Hornomoravském úvalu. Na východě je hranice shodná s geografickou hranicí mezi Hrubým a Nízkým Jeseníkem. Na severu pokračuje silesikum do Polska v podloží terciérních a kvartérních sedimentů. [2]

Celá oblast silesika byla velmi silně deformována a regionálně metamorfována v období variské orogeneze. Nejvíce zastoupeny jsou ruly, místy až migmatity a svory spolu s erlány, amfibolity (jesenícký a sobotínský amfibolitový masív), metakvarcity, krystalické vápence a grafitové horniny. Metamorfované horniny byly v rámci variské orogeneze proniknuty granitoidními masivy (žulovský masív). [2]

V žulovském plutonu převládá hrubě až středně, ojediněle i jemně zrnitý biotický granit, který obsahuje vzájemně si podobné horniny několika intruzivních pulzů. V jižní části plutonu je granit tmavší barvy a obsahuje malé množství amfibolu. Na severo – západě přechází homogenní granit do nebulitických migmatitů až silně kontaminovaných hornin. [3]

V literatuře je uvedeno, že se za hlavní granity pokládají granity I – typu s ilmenitem místo magnetitu. Pně a enklávy granodioritového až křemennodioritového složení, velké v průměru desítek až několik stovek metrů, se vyskytují jak v plutonu, tak také v jeho kontaktní aureole. [3]

Magmatismus v oblasti žulovského plutonu patří do dozvuků variského orogenu. Svědčí o tom mimo jiné i výsledky stanovení absolutního stáří 230 – 250 mil. let. Zbytky pláště, dnes rozmístěné v plutonu jako kry, jsou tvořeny horninami série Branné – rejvízké; jejich stáří je podle většiny autorů staropaleozoické.

V současné době reprezentují zbytky pláště hlavně tyto horniny:

- biotitické ruly;
- vápence s erlánovými kontakty;
- amfiboly.

Za hlavní magmatickou intruzii se považují žulové intruze, které roztříštily již utuhlé bazické horniny a transportovaly je do současných centrálních partií žulového plutonu.

Studovaná oblast leží asi 2 km východně od Žulové, používá se názvu „Nový lom“ u Černé Vody. Nachází se v centru žulovského plutonu, který je nejrozsáhlejším intruzivním tělesem silezika, tvoří samostatnou větev Rychlebských hor, tj. Vidnavskou vrchovinu neboli Žulovskou pahorkatinu. Tato pahorkatina je od hlavní části Rychlebských hor oddělena okrajovým sudetským zlomem. Podél tohoto zlomu byla původně kra, situována severně od keprnické klenby, zvednuta i s mohutným žulovým masivem. Ten byl denudací obnažen a tvoří dnes těleso, které vystupuje na ploše cca 125 km<sup>2</sup>.

Podle diferenciací jednotlivých po sobě následujících intruzí je v hrubých rysech žulovský pluton rozdělován na:

- Bazičtější část plutonu při okrajovém sudetském zlomu, která je reprezentovaná granodiority a amfibolicko – biotitickými diority.
- Žulovský granit, označován jako tzv. hlavní žula.
- Okrajové části žulovského plutonu reprezentují kontaminované granity, leukokratní granity, usměrněné granity a jemnozrné granity.

Žulovský granit je nejrozsáhlejším tělesem plutonu. Žula je středně zrnitá až hrubozrná. Je složena z mikroclinů, plagioklasů, křemene a biotitů.

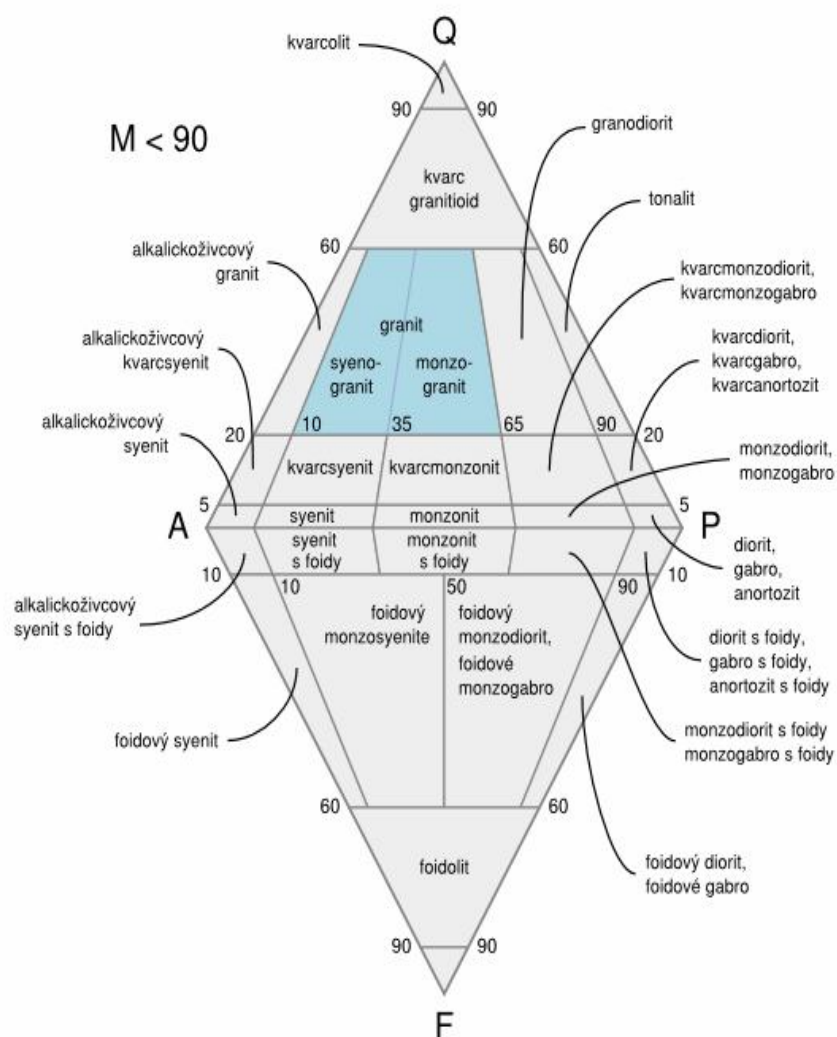
### **3 Petrografická charakteristika granitoidů a možnosti jejich využití**

Granitoidy jsou hlubinné horniny s podstatným obsahem křemene (nejméně 20% křemene ze sumy světlých minerálů). Jsou obvykle středně zrnité, někdy drobnozrnné nebo naopak hrubozrnné. Nejčastěji mají granitickou strukturu. Granity a granodiority jsou často porfýrické (v základní hmotě jsou roztroušeny nápadně větší krystaly některých minerálů, v těchto horninách se jedná obvykle o vyrostlice mikroklinu). [4]

#### **3.1 Klasifikace granitoidů**

Pro klasifikaci plutonických hornin podle modálního složení se používá diagram QAPF (Obr. 2), který charakterizuje jejich minerální složení. Jelikož je práce zaměřena na granitoidy, bude na ně v dalším textu poukázáno.

V QAPF diagramu tvoří granitoidy pás v oblasti mezi 20 až 60% zastoupením křemene. Podstatnou složkou je křemen, který se výrazně podílí na jejich světlých barvách. Dalšími významnými minerály jsou kromě křemene, mikroklinu, biotit, méně muskovit, vzácně také amfibol nebo rombické pyroxény. V žulách převládá mikroklin nad plagioklasmi. V granodioritech a tonalitech plagioklas. Někdy jsou při jejich pojmenovávání zahrnuty v názvu některé minerály, např. biotitický granitoid. [4]



Obr. 2 Klasifikační diagram QAPF [4]

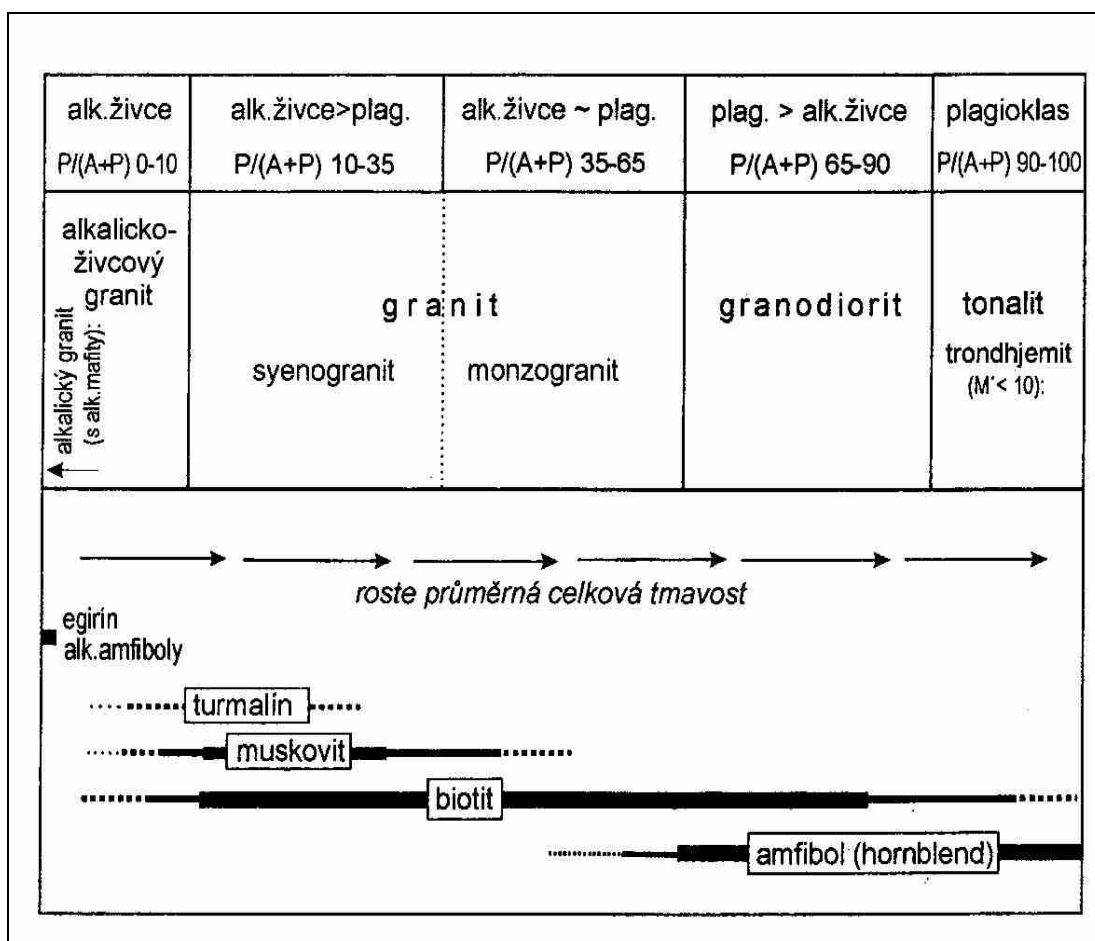
### Charakteristika základních typů granitoidů [4]:

- Alkalicko – živcový granit, je to granit bez plagioklasu nebo s jeho nepatrným množstvím. Pokud taková hornina obsahuje alkalické nebo sodno – vápenaté amfiboly (např. riebeckit, arfvedsonit, richterit) anebo alkalické pyroxény (egirín), označuje se jako alkalický granit.
- Granit – tato hornina je velmi běžná, obvykle světlé barvy. Vedle křemene a obou živců obsahuje biotit, dále může obsahovat muskovit, turmalín (vzácněji andalusit, cordierit), nebo naopak amfibol, případně pyroxeny. Skupina granitů se může ještě dělit na: *Leukogranity*, což jsou abnormálně světlé (do 5% mafitů). Ale existují i abnormálně tmavé granity, tzv. *melagranity*.

- Granodiorit a tonalit – jsou tmavší než granity. Běžně obsahují biotit a amfibol, v tonalitech bývá amfibol často hlavním mafitem. Mohou být v asociaci s amfibolickými gabry a diority, často obsahují tzv. bazické pecky (mikrogranulární enklávy). Abnormálně světlé tonality se jmenují *trondhjemit*.

Tabulka č. 1 znázorňuje základní klasifikaci granitoidů podle rostoucí průměrné tmavosti.

Tabulka č. 1 Přehled základní klasifikace granitoidů [4]



### 3.2 Genetická klasifikace granitoidů

Geneze granitoidních hornin byla po řadu desetiletí ostře diskutována jako tzv. „granitový problém“. Proti klasickému magmatickému výkladu, který vychází z bowenovského pojetí diferenciací bazického magmatu. Vznikly tak názorové proudy,

vysvětlující vznik granitoidů nikoliv krystalizací magmatu, ale granitizací, procesy rekrystalizace. [4]

Obecně se uvažuje o 4 základních způsobech vzniku granitoidů [4]:

- S – typ (tuhá složka sedimentární) – mají původ v přetavených sedimentárních horninách ponořených do nižších částí kůry. Ke vzniku dochází nejčastěji při kontinentální kolizi. Jsou bohaté na hliník, redukované železo (poměr  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} < \text{než } 0,3$ ), mají vysoký poměr K / Na. Mají větší obsah vody. Její oddělování od taveniny při výstupu magma urychluje jejich krystalizaci. Jejich intruze jsou proto umístěny relativně hlouběji. Jsou to nejčastěji granit a monzogranit.
- I – typ (intruzivní) – mají magmatický původ. Vznikly v oblasti úniku fluid, kde se ponořují desky nad subdukční zónou. Jsou chudé na Al, oxidované železo (poměr  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} > \text{než } 0,3$ ). Obsahují méně vody, proto jsou mobilnější a častěji dosahují subvulkanickou úroveň. Patří mezi ně granodiority, tonality, diority i granitu.
- A – typ (anorogénní) – jsou obvykle granity nebo alkaloživcové granity, pro které jsou charakteristické zvýšené obsahy alkálií. Díky své vysoké teplotě a nízkému obsahu vody byly schopny intrudovat do relativně mělkého patra kontinentální kůry.
- M – typ (mantle = plášť) – představují přímé diferenciáty (subalkalického) bazického magmatu, který pochází ze svrchního pláště. Jsou reprezentovány tonality a plagiogranity.

Podle oxidačního stavu jsou rozeznávány dva typy granitoidů (Tabulka č. 2) [4]:

- Ilmenitová série – tyto granitoidy jsou redukovány, neobsahují magnetit, jsou to nejčastěji S – typy a některé redukovanejší I – typy.
- Magnetitová série – granitoidy jsou oxidované, obsahují proto magnetit, patří mezi ně nejčastěji I – typy granitoidů.



Tabulka č. 2 Kriteria pro rozlišení I a S typů granitoidů [4]

	<i><b>I – TYP</b></i>	<i><b>S – TYP</b></i>
<i><b>Uzavřeniny</b></i>	„bazické pecky“ bohaté amfibolem	metasedimenty bohaté slídami a minerály Al, pecky křemene
<i><b>Vedlejší minerály</b></i>	biotit, Ca-amfibol(hornblend)	biotit, muskovit, turmalín, cordierit, granát, andalusit
<i><b>Akcesorie Fe a Ti</b></i>	velmi často magnetit + titanit, řidčeji ilmenit	ilmenit, někdy primární titanit
<i><b>K<sub>2</sub>O: Na<sub>2</sub>O</b></i>	Nižší, < 1 až ~ 1	obvykle vysoký, >1
<i><b>Molární poměr Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O (=A/CNK)</b></i>	většinou: ≤1, max.do 1,1; = metaluminické nebo jen slabě peraluminické	vždy >1 a často > 1,1 tzn. peraluminické
<i><b>Oxidační stupeň Fe</b></i>	Relativně zvýšený (K-živec může být růžový, často přítomen magnetit)	nízký (K – živec je bílý nebo šedý, zcela chybí magnetit)
<i><b>Stopové prvky</b></i>	zvýšené Sr	zvýšené Rb, Pb
<i><b>Iniciální (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr)<sub>0</sub></b></i>	relat.nízký (0,704 – 0.712)	v průměru vyšší (0,708 – 0,720)

### 3.3 Výskyt granitoidů

V ČR jsou granity, kromě již zmíněné žulovského plutonu, součástí např. krkonoško – jizerského masivu, moldanubického centrálního plutonu, masivu Smrčin, Krušných hor, Císařského lesa, dále tiského masivu, středočeského plutonu, karlovarsko-nejdeckého masivu, železnohorského plutonu, brněnského masivu, dyjského masivu atd. [8]

Turmalínové granity vystupují v okolí Náchoda u Tábora (v blízkosti rybníku Jordán), Příbyslavi u Čáslavi, blanický granit obsahuje sillimanit (tvoří vrch Blaník na Vlašimsku), železnobrodský granit (jižní okraj krkonoško-jizerského masivu) andalusit, mrákotínský granit andalusit a granát (almandin).

Andalusitový a dumortieritový granit byl popsán z Hůrky pod Křemešníkem, pyroxenové granity nalezneme u Chlebů, cordieritový dvojslídny granit nalezneme na jihozápadě u Milína na Příbramsku, cordieritový granit na Křemešníku, aplitické granity vystupují severně od Vicenice u Náměště a jsou zastoupeny i mezi biotit – muskovitovými až muskovitovými granity vrchu Blaníku a v jeho okolí. [7]

### **3.4 Využití granitoidů**

Jak už bylo uvedeno, granitoidy jsou hlubinné horniny, které jsou pro své vlastnosti a složení využívány pro stavební a dekorační účely.

Stavební kámen je tradiční surovinou, která se využívá v průmyslu stavebních hmot. Je mnohostranně použitelným a nezbytným stavivem pro většinu inženýrských, tj. dopravních, vodních, vodohospodářských a průmyslových staveb, stejně jako pro stavby pozemní. Může být využíván v původním vytěženém stavu jako lomový kámen. Převážně je však upravován, a to buď drcením na drcené kamenivo nebo hrubým kamenickým opracováním na hrubé kamenické výrobky. [5]

Jako stavební kámen jsou využívány zejména magmatity, vhodných fyzikálních a mechanických vlastností.

Dekoračním kamenem se rozumí horniny vhodných fyzikálních, mechanických, chemických a technologických vlastností, s přihlédnutím k vlastnostem estetickým, které byly cílevědomě člověkem vytěženy z přirozeného prostředí a v původní či opracované formě použity jako konstrukční prvek různých druhů staveb. [5]

Surovinou jsou tedy všechny druhy pevných hornin magmatického, sedimentárního i metamorfního původu, které jsou blokově dobytelné a svými vlastnostmi vyhovují buď pro [5]:

- Hrubou kamenickou výrobu, Obr. 3 a 4 (obrubníky, krajníky, dlažební kostky, stavební bloky apod.).



Obr. 3 Zpracování kostky [6]



Obr. 4 Využití haklíků pro stavbu mostu [6]

- Ušlechtilou kamenickou výrobu je nejvíce používána světlá intruzíva (světlé hlubinné nebo žílné vyvřeliny). Jejich společnými vlastnostmi jsou kromě intruzivně magmatického původu světlá barva, zřetelná krystalická struktura, dobré fyzikální vlastnosti, leštitelnost..
- V kamenické praxi jsou tyto horniny označovány jako „žuly“. *Žula*, je velmi pevná, trvanlivá. Pro svůj vzhled a vlastnosti patří k oblíbeným ušlechtilým kamenům. Je vhodná pro hřbitovní architekturu, památníky, náhrobky a pro další kamenické výrobky jako jsou např. kašny (Obr. 5).[8]



Obr. 5 Ušlechtilá výroba – kašna [6]

## 4 Metodika terénních a laboratorních prací

Jako geologický vzorek označujeme nejenom část hornin, minerálů a půd, ale všechny složky přírodního prostředí, které se analyzují při studiu geologických a geochemických procesů. Následující kapitola je zaměřena na zpracování geologického vzorku v terénu a v laboratoři. [9]

### 4.1 Terénní práce

Cílem naší terénní práce bylo získat vzorek horniny, který by byl reprezentativní a vhodně použitelný pro další jeho zpracování. Abychom mohli odebrat požadovaný vzorek, museli jsme nejdříve mechanicky narušit povrch stěny, za pomoci geologického kladiva. Geologické kladivo (Obr. 6) nám umožnilo získat vzorek horniny z čerstvého lomu. Veškeré odebrané vzorky, které jsme získali v Novém lomu, jsme měřicky označili do mapy.



Obr. 6 Geologické kladivo

#### 4.1.1 Odběry vzorků

V lokalitě Nový lom jsme vzorky odebírali z různých míst, které jsme si vyznačili na mapě (Obr. 7). Celkem jsme odebrali sedm vzorků ze sedmi odběrových míst. Odebrané vzorky horniny jsme zabalili a označili tak, aby nedocházelo k případnému smíchání či k záměně vzorků. Vzorky hornin se dále předběžně upravovali, aby mohly být použity k laboratorní analýze.



Obr. 7 Letecký snímek Nového lomu s vyznačenými čísly míst odběrů a vzorků [10]

#### 4.1.2 Měření strukturně – tektonických prvků

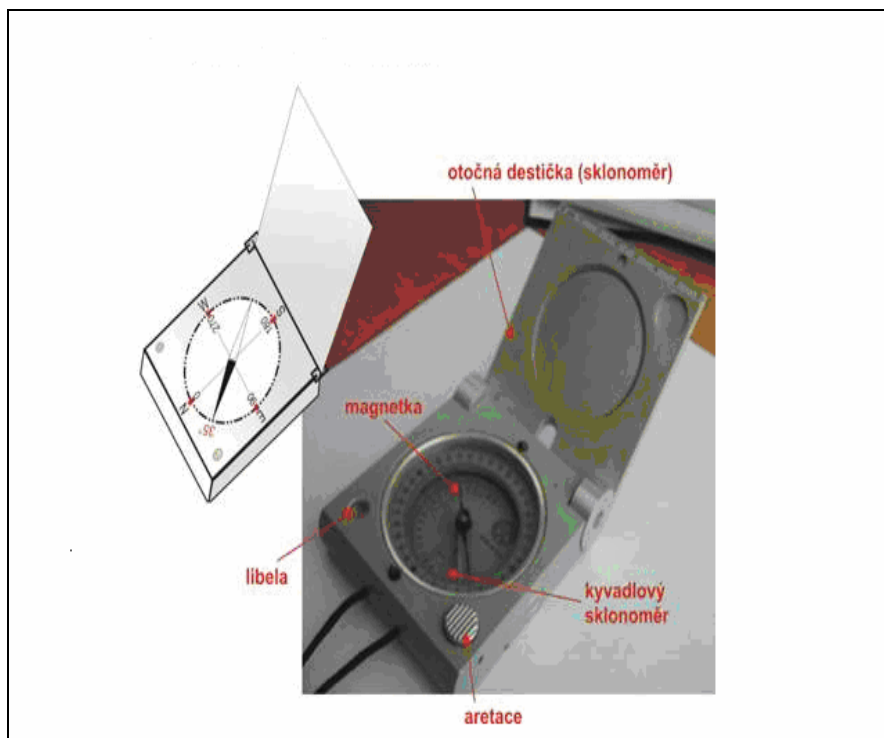
Základními typy ploch nespojitosti na ložisku jsou puklinové systémy (charakterizují vertikální omezení bloků). V naší práci nás především budou zajímat puklinové systémy, které máme trojího typu: S, Q a L puklinové systémy.

K měření těchto puklin jsme použili geologický kompas typu Freiberg (Obr.8). Kompas je vložen do celokovového pouzdra, kompasová stupnice je dělena ve stupních nebo v grádech. Na boku pouzdra je šroub, který slouží k nastavení deklinace. Nedílnou součástí kompasu je i aretace magnetky, otočný sklonoměr a dvě libely.



Měření puklin v Novém lomu mělo následující postup:

- S geologickým kompas jsme chodili po lomu a měřili v něm pukliny. Kompas jsme přiložili jeho boční stranou k dané puklině a jakmile se kompas ustálil do vodorovné polohy, odečetli jsme hodnoty, které jsme si následně zapsali do deníku. Celkem jsme si v lomu zaznamenali 90 hodnot.



Obr. 8 Geologický kompas typu Freiberg [11]

## 4.2 Laboratorní práce

Materiál, který jsme odebrali v terénní etapě se musel nutně předběžně upravit a zpracovat tak, aby byl vhodný pro vlastní aplikaci laboratorních metod. Z odebraných hornin byly vybrány 4 vzorky, ze kterých byly v brusírně laboratoře petrografické analýzy připraveny mikroskopické preparáty (výbrusy). Zbytky hornin jsme rozdrtili na menší kousky kladivem, pro další zpracování jsme použili drtič, kde jsme vzorky podrtili a následně mlýnkem pomleli na požadovanou velikost 30  $\mu\text{m}$ .

Takto připravené vzorky jsou vhodné pro další laboratorní analýzu.

#### 4.2.1 Petrografický popis

Petrografický popis horniny nám slouží k tomu, abychom mohli určit všechny informace o povaze vzorků horniny, které lze zjistit bez pomoci laboratorních přístrojů. Petrografický popis hornin byl proveden v souladu s ČSN EN 12407.

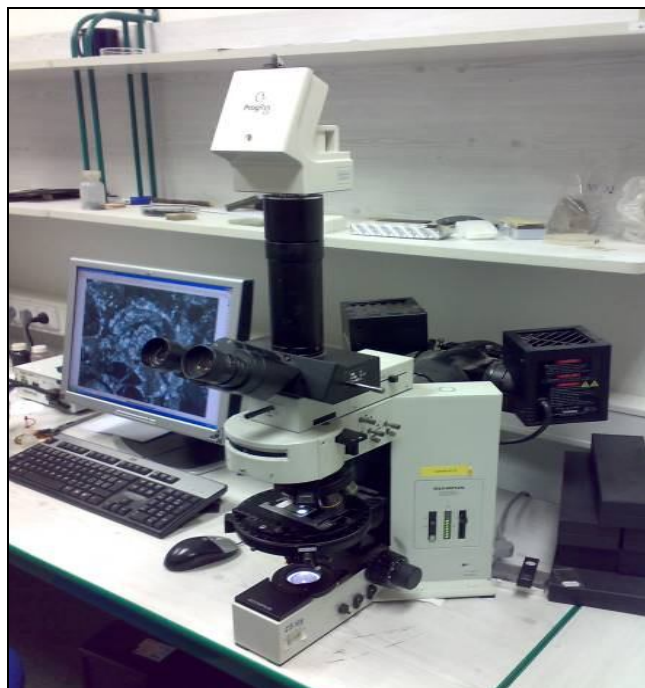
Petrografický popis zahrnuje zejména [4]:

- určení barvy horniny;
- charakteristiku zrnitosti a pozorovatelné variace ve velikosti součástek;
- makroskopicky patrné vlastnosti;
- nápadné strukturní znaky;
- texturní znaky;
- informace o povaze hydrotermálních alternací, navětrání...

Zrnitost vzorků jsme popisovali podle Teuschera

Abychom se mohli blíže seznámit se vzorkem horniny bylo nutné provést její mikroskopický popis pomocí polarizačního mikroskopu (Obr. 9).

Výbrusy vzorků hornin jsme studovali pomocí polarizačního mikroskopu typu Olympus BX 60, Japan. Vyhodnocení velikosti zrn výbrusu a fotodokumentace byly provedeny na PC pomocí obrazové analýzy typu NIS – Elements Ac.



Obr. 9 Polarizační mikroskop

#### 4.2.2 Metoda XRD

Metodou, která je velmi vhodná pro kvantitativní fázovou analýzu materiálu, je rentgenová prášková difrakce (XRD). V dnešní době se jedná o metodu relativně dostupnou, přesnou a rychlou. Metoda není závislá na zrnitosti horniny, protože reprezentativní vzorek lze získat např. pomocí kvartačních metod. [12]

Měření daných vzorků probíhalo na modernizovaném, plně automatizovaném difraktogramu URD – 6 za následujících podmínek [13]:

- záření CoK $\alpha$ /Ni filtr;
- napětí 40kV, proud 35mA;
- krokový režim s krokem 0,05° 2 $\theta$ , s časem na kroku 3s a s digitálním zpracováním výsledných dat;
- pro měření a vyhodnocení byl použitý firemní program Rayflex;
- pro kvantitativní vyhodnocení byla použita databáze difrakčních dat PDF – 2 verze 2001;



- pro semikvantitativní analýzu byl použitý program Rayflex Autoquan verze 2.6.

Kvantifikace pomocí programu Rayflex Autoquan je založena na modelování difrakčních spekter s použitím známých strukturních dat pro jednotlivé minerály a s následným porovnáním s naměřeným difrakčním záznamem pomocí vícerozměrné regrese. [13]

Ze strukturních dat vypočtený difrakční záznam se při analýze upravuje pomocí různých algoritmů za účelem odstranění vlivů texturace vzorků, anizotropie velikosti částic, aj. s cílem dosáhnout co největší shody mezi naměřenými daty a vypočteným průběhem difrakčního záznamu. Výsledkem výpočtu jsou tzv. škálovací faktory, zpřesněná strukturní data pro jednotlivé fáze a také velikosti jejich krystalitů. [13]

#### **4.2.3 Metoda XRF**

XRF (X – Ray Fluorescence) metoda je jednou z nejlepších analytických metod pro nedestruktivní analýzu elementárního složení vzorků všech skupenství v koncentracích analytu od jednotek ppm do 100 %. XRF je velmi přesná a příprava vzorků k analýze je jednoduchá a rychlá. Přesnost výsledků závisí na kvalitě úpravy vzorku (např. broušení, mletí), která je velmi důležitá. [9]

Chemický rozbor přírodních a odpadních materiálů pomocí vlnově disperzního rentgen – fluorescenčního spektrometru (WD XRF) je založen na vyhodnocení RTG spekter prvků ve vzorku pomocí počítačově řízeného spektrometru. Principem vlnově disperzního rentgenového spektrometru je ozáření vzorku elektronovým paprskem (rentgenovým zářením), které vybudí charakteristické rentgenové záření vzorku. Toto charakteristické záření je dále analyzováno na základě vlnové délky. [14]

Používaný spektrometr Spectroscan MAKC GVII je sekvenční vlnově disperzní rentgen – fluorescenční spektrometr, který umožňuje plně automatickou analýzu pevných i kapalných vzorků, prášků, filmů, filtrů a malých objektů v rozsahu od Na po U.

Důležitým krokem je příprava vzorku pro analýzu a vyhodnocení výsledků. Pevné vzorky se musí nejprve rozdrtit v porcelánové misce nebo čelistovém drtiči, zhomogenizují a poté namelou na analytickou jemnost. Literatura uvádí jemnost zrn pro RTG analýzu pod 50  $\mu\text{m}$ . Mletí se provádí v achátové misce, nebo v kryogenním mlýnku.

Jemně mletý vzorek se smíchá s pojídlem (voskem) a vylisuje se peleta, která se analyzuje na RTG spektrometru. [14]

Vlastní měření spočívá ve vložení pelety do kyvety a do sampleru spektrometru a spuštění programu. Výsledkem měření je intenzita charakteristických spektrálních linií, která je závislá na obsahu prvku měřeném ve vzorku. Spektrometr je vybaven dvěma programy pro přepočet intenzity na obsah odpovídajícího prvku. [14]

První pracuje na principu regresního modelu za použití kalibračních standardů. Druhý program je založen na principu výpočtu koncentrací na základě teoretických modelů. Metoda, kterou tento program pro přepočet používá se nazývá „Fundamental Parametres Method“ (FPM). První program generuje výsledky, které jsou vyjádřeny ve stejných jednotkách jako kalibrační standardy. Program „FPM“ generuje výsledky v hmotnostních procentech. [14]

## 5 Mineralogicko- petrografické zhodnocení

V následujících podkapitolách budou prezentovány výsledky, které jsme zjistili z předchozích uvedených metod.

### 5.1 *Strukturně – tektonické poměry ložiska*

Oblast studovaného ložiska je charakteristická z tektonického hlediska dobře vyvinutými primárním puklinovým systémem žulového tělesa, tedy puklinami S, Q a L. Intenzivně jsou v ložiskové oblasti vyvinuty především pukliny typu S. S nimi jsou subparalelní místy výrazné poruchové struktury. Nejvýznamnější z nich omezuje na SV vlastní ložisko a tvoří tzv. sv. stěnu.

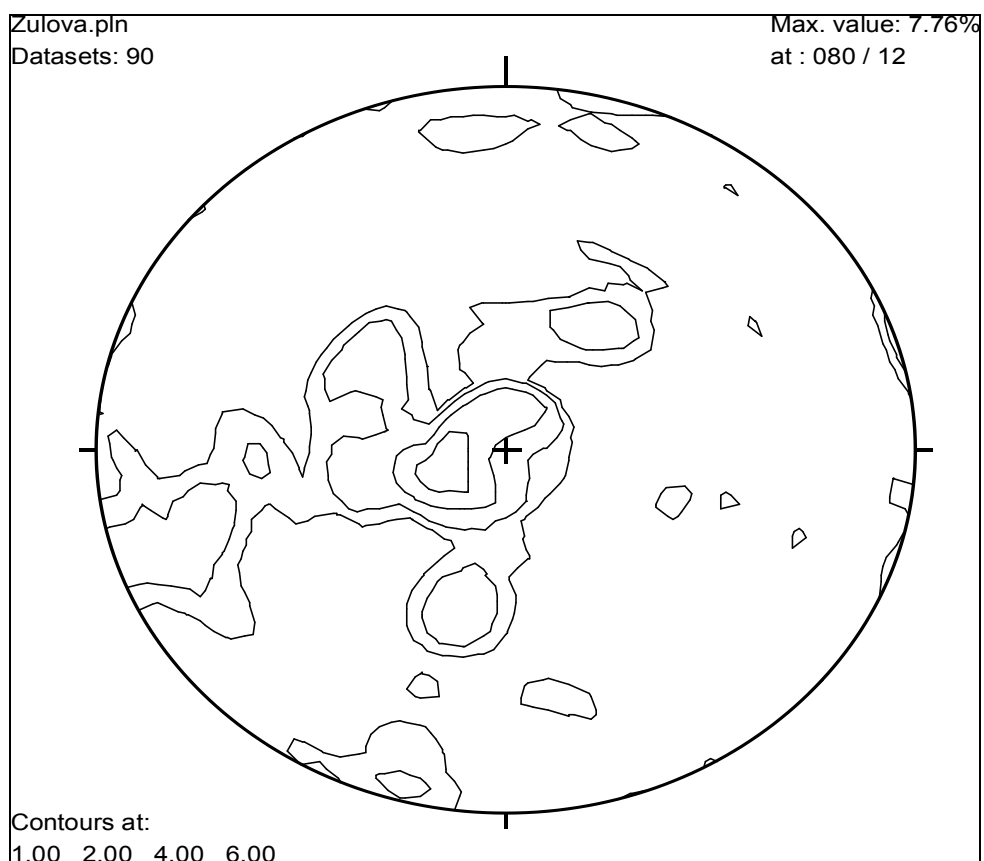
Vedle S, Q a L puklin zhoršují blokovitost také pukliny diagonální. Jako diagonální pukliny byly označovány plochy, které směrově nespadají do intervalu plochy S a Q nebo mají úklon v rozmezí 25 – 60°.

Diagramy na Obr.10 a 11 zobrazují názorně výsledky kompasového měření puklin, tj. jejich směru úklonu a velikosti úklonu v tzv. Schmidově projekci.

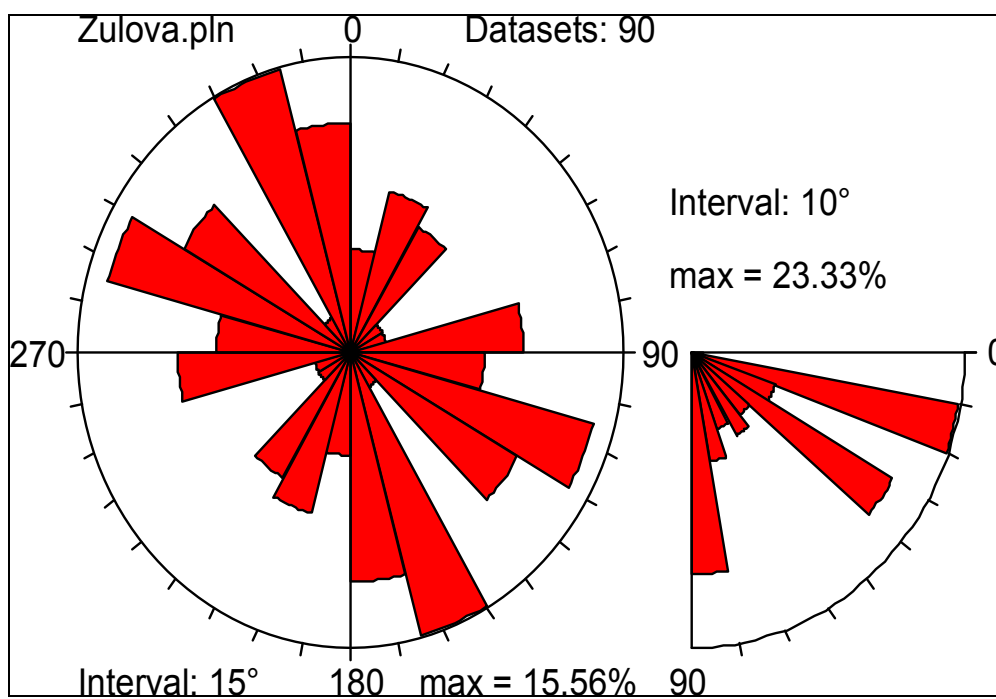
Pukliny systému S mají směr SZ – JV se stejnými úklony. Jsou převážně rovné a rovnoběžné, některé jsou sledovatelné přes celé jednotlivé etáže. Poruchové zóny mají zcela převažující směr S – puklin se strmějšími, ale i mírnějšími úklony. Poruchové zóny jsou vedle kataklázy doprovázeny i kaolinizací, popř. dalšími alteracemi. V přípovrchových partiích mohou porušené partie díky intenzivnímu větrání hornin dosahovat až šířku do prvních metrů, zde jsou horniny rozpadlé až na eluvium.

Pukliny systému Q (příčné pukliny) mají směr SSV – JJZ až SV – JV se subvertikálními až strmými úklony. Příčné pukliny jsou většinou rovné a často sledovatelné přes celou šířku ložiska, kdy omezují lomové stěny jednotlivých etáží. Tyto pukliny jsou jako jediný systém místy vyplněny roji žil pegmatitů, aplitů a křemene.

Průběh L – puklin je na otevřeném ložisku variabilní, generálně však převažují L plochy s mírnými úklony k V až JV. Plochy L jsou místy až boulovitě zvlňeny, lokálně jsou téměř rovné.



Obr. 10 Konturovaný diagram



Obr. 11 Růžicový diagram

## **5.2 Výsledky petrografického popisu**

Z odebraných vzorků hornin v lokalitě Nový lom byl zhotoven makroskopický i mikroskopický popis. V následujícím podkapitolách jsou postupně rozepsány studované horniny odebrané ze studované oblasti.

### **5.2.1 Makroskopický popis hornin**

- Hornina č. 1

Horninou č. 1, která byla studována na horninovém kusu je nepravidelného tvaru. Její zbarvení je šedo – bílé, při bližším pohledu jsou patrná bílo – žlutá až žlutá zrna.

Hornina je hrubozrnná (hodnoceno podle Teuschera). Makroskopicky jsou vidět dokonale štěpné lišty mikroklinů, plagioklasu a křemene. Z tmavých minerálů je zastoupen pouze biotit. Lomné plochy jsou nerovné, drsné a hornina je zvětřalá. Vzorkem č. 1 je pegmatitová žíla.

- Hornina č. 2

Pro tuto horninu je charakteristická stejnoměrná zrnitá struktura. Její barva je zeleno – bílá. Hornina je jemnozrnná (podle Teuschera). V jeho mineralogickém složení se nachází mikroklin, biotit, křemen. Nedostatek tmavých minerálů indikuje, že hornina je leukokratní. Studovaná hornina je granit postižený přeměnou.

- Hornina č. 3

Tato hornina je charakterizovaná svou porfyrickou strukturou. Barva této horniny je bílo – šedá, hornina je dobře kompaktní. Je střednězrnného charakteru (podle Teuschera). Hornina je leukokratní až mezokratní. Obsahuje tmavé minerály, které jsou rozeznatelné pod mikroskopem. Vyznačuje se špatnou štěpností, lomné plochy jsou nerovné a jemné. Hornina je granit.

- Hornina č. 4

Následující vzorek je plošně lineární a stejnoměrný. Barva bílo – zelená, hornina je docela kompaktní. V jeho mineralogické složení se nachází plagioklas (oligoklas), mikroklin a křemen. Z tmavých minerálů je zastoupen biotit. Přeměněné plochy horniny jsou lomné, nerovné a drsné. Hornina je alterovaný granit.

- Hornina č. 5

Hornina č. 5 je chloritizovaná hornina s barvou šedo – bílou. Z mineralogického zastoupení je rozeznatelný křemen a biotit, který byl přeměněný na chlorit. Hornina je zcela stejnozrná a všesměrná. Lomné plochy jsou nerovné. Studovaný vzorek horniny je granit žílkou pegmatit.

- Hornina č. 6

Ve vzorku č. 6 je patrná stejnozrná struktura a jeho zbarvení je šedo – bílé. Mineralogické složení je lehce rozeznatelné, obsahuje křemen, plagioklas a mikroklin. Z tmavých minerálů je zastoupen biotit. Hornina je středně zrna (podle Teuschera) a lomné plochy jsou lineární, paralelní. Hornina je granit s vyrostlými plagioklas.

- Hornina č. 7

Vzorek č. 7 má porfyrickou strukturu, jeho zbarvení je bílo – šedé. Jeho mineralogické složení je následující: mikroklin, plagioklas (andezin), biotit a křemen. Podle množství tmavých minerálů je hornina mezokratní, má střednězrnitý charakter (podle Teuschera), jeho lomné plochy jsou nerovné. Vzorek č. 7 je granit.

### **5.2.2 Mikroskopický popis hornin**

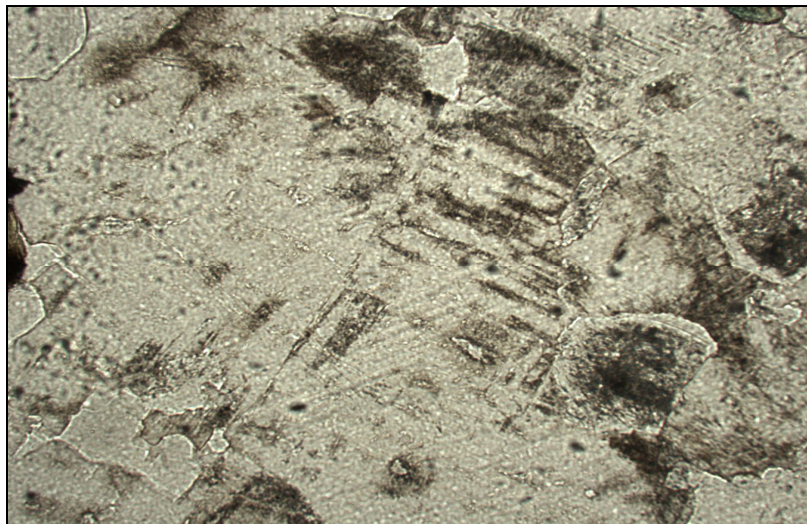
Jednotlivé horniny jsou zobrazeny na Obr. 17 – 23, které jsou uvedeny v příloze.

- Hornina č. 1

Hornina je složena z mikroklinu, křemene, biotitů a plagioklasů. Nejrozšířenější jsou v hornině zastoupeny mikrokliny, především se jedná o alkalický mikroklin, který je zpravidla hypidiomorfně omezen.

Mnohem méně je zastoupen albit, jehož barva je šedá a jeho tvar je lištovitý. Omezení je zpravidla hypidiomorfní.

Mikroklin (Obr. 12) je velmi často mírně, vzácněji více kaolinizovaný.



Obr. 12 Kaolinizovaný mikroklin

Dalším minerálem, který je v hornině nejvíce zastoupen je křemen. Je čirý, s puklinami, bez štěpnosti. Někdy slabě undulозně zháší, je allotrimorfně omezen.

Biotit jako další minerál vytváří lupínky hypidiomorfně omezené. Jeví značný pleochroismus a to v barvě zelené. Biotit je chloritizovaný, s dobrou štěpností. Hornina je granitový pegmatit.

#### ▪ Hornina č. 2

Má granitickou strukturu, na první pohled je nápadná větší zrnitost, průměrná velikost zrna se pohybuje kolem 2 mm.

Minerály, které jsou obsažené ve studovaném vzorku jsou: biotit, křemen, albit, mikroklin.

Charakteristické pro zkoumaný vzorek je poměrně velké zastoupení mikroklinu v hornině. Hornina je na mikrokliny velmi bohatá. V hornině se ještě zpravidla vyskytuje plagioklas typu oligoklas – andesin, je hypidiomorfně omezen, tenčí polysynteticky lamelovaný. I když je makroskopický poměrně velmi čerstvý, je vidět ve výbrusu kaolinizace mikroklinů.

Křemen je allotriomorfní, poměrně čerstvý. Jeho zrna dosahují průměrné velikosti 1,34 mm.

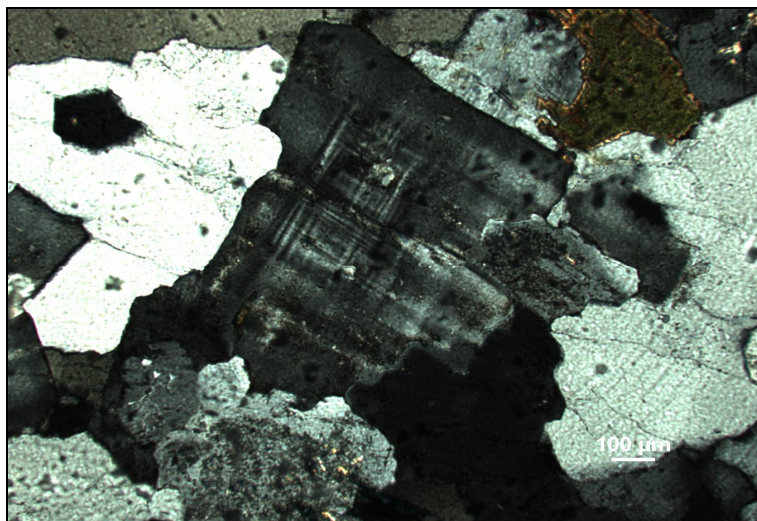
Biotit je nepravidelně omezen, je zpravidla hnědý až zelený, jeví silný pleochroismus. Hornina je granit postižený přeměnou.

▪ Hornina č. 3

Hornina č. 3 je složena z mikroklinu, křemene, biotitu, albitu a chloritu. Minerály jsou střednězrnné a dobře rozeznatelné pod mikroskopem. Průměrná velikost křemene je 0,85 mm, bez štěpnosti, výrazně undulozně zháší, je hypidiomorfně omezen s nepravidelnými tvary.

Dalším minerálem vyskytující se v hornině je biotit. Biotit má tvar destičkovitý, došlo k malé přeměně na chlorit, je dokonale štěpný, průměrná velikost je 1,66 mm. Hypidiomorfně omezen.

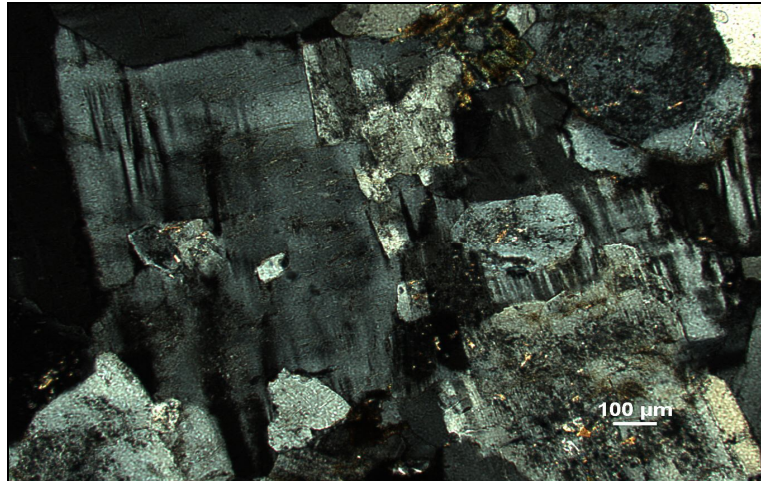
Mikroklin (Obr. 13) je jediným zástupcem alkalických živců v hornině, je dobře rozeznatelný pod mikroskopem, jeho struktura je mřížkovitá s dobrou štěpností. Ve výbrusu je jeho barva bílá až šedá, při rovnoběžných polarizátorech je zakalený.



Obr. 13 Mikroklin s mřížkovou strukturou

Plagioklas (Obr. 14) je ve výbrusu zbarven do šeda, průměrná velikost 0,98 mm. Minerál je dobře štěpný s nepravidelnými tvary, pod mikroskopem dobře rozeznatelný. Je hypidiomorfně omezen a jeví pleochroismus, dále je trochu kaolinizovaný a sericitizovaný. Hornina je granit.





Obr. 14 Sericitizovaný plagioklas

▪ Hornina č. 4

Horninou č. 4 má grafitickou strukturu s velikostí zrna, která se pohybuje kolem 1mm. Nejhojněji je ve výbrusu zastoupen mikroklin. Tvoří zcela nepravidelně omezená, zpravidla víceméně izometrická zrna.

Křemen je poměrně dosti hojně zastoupen, zcela allotriomorfní, undulozní zhašení je vzácné.

Biotit (Obr. 15) je jediným zástupcem slíd v hornině, má výrazný pleochroismus, průměrná velikost zrna je 0,92 mm. Dále se zde vyskytuje chlorit, který pravděpodobně vznikl chloritizací biotitu.



Obr. 15 Chloritizovaný biotit

Ve výbrusu je hojně zastoupen albit, jeho průměrná velikost je 2,67 mm, vyznačuje se dobrou štěpností a jeví značný pleochroismus.

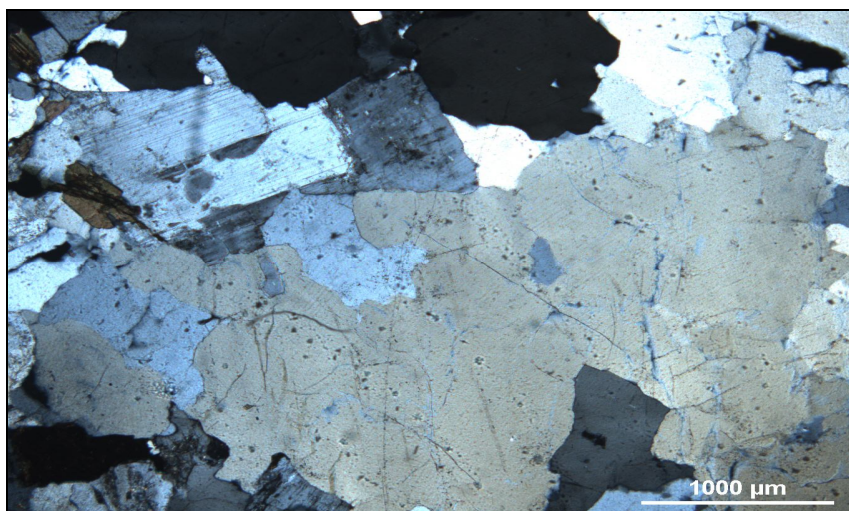
Mikroklin má mřížkovanou strukturu, jeho průměrná velikost je 0,68 mm, vyznačuje se dobrou štěpností. Hornina je alterovaný granit.

- Hornina č. 5

Studovaná hornina č. 5 je složena z křemene, biotitu a mikroklinu.

Křemen (Obr. 16) jako u ostatních hornin je na první pohled dobře rozeznatelný, bez štěpnosti s nepravidelnými okraji. Je hypidiomorfně omezen, průměrná velikost zrna je 0,99 mm, Zrna křemene jsou izometrického až mírně protaženého tvaru, undulozně zháší.

Biotit je zbarven do hněda, má lupínkovitý charakter a jeví značný pleochroismus.



Obr. 16 Křemen

Mikroklin má pod mikroskopem mřížkovanou strukturu a dobrou štěpnost. Hornina je granitový pegmatit.

- Hornina č. 6

Hornina č. 6 je totožná s horninou č. 3.

- Hornina č. 7

Má stejné mineralogické složení jako ostatní horniny, jejich složení je následující – mikroklin, albit, křemen, biotit. Hlavní rozdíl je, že každý minerál má svoji velikost. Studovaná hornina má stejné vlastnosti jako hornina č. 5. Hornina je granit.

### 5.3 Výsledky stanovení minerálních fází metodou XRD

Vzorky, stanovené metodou XRD, měly následující minerální složení: chlorit, mikroklin, plagioklas – albit, křemen, biotit. Minerální fáze jsou ve všech analyzovaných horninách stejná, jen se liší procentuálním složením.

Výsledky jsou prezentovány včetně odhadu náhodné chyby obsahu jednotlivých fází při pravděpodobnosti  $> 99\%$ , tj. trojnásobek směrodatné odchylky. Výsledky semikvantitativního a kvalitativního vyhodnocení vzorků jsou uvedeny v následující Tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 Výsledky stanovení minerálních fází

Označení:	<i>Vzorek 1</i>	<i>Vzorek 2</i>	<i>Vzorek 3</i>	<i>Vzorek 4</i>
	[%]			
<b>Chlorit</b>	3,45 +- 1,95	0,99 +- 0,93	1,76 +- 2,13	1,59 +- 1,89
<b>Mikroklin</b>	42,87 +- 2,61	25,16 +- 1,74	25,70 +- 3,30	38,63 +- 2,91
<b>Plagioklas – albit</b>	25,51 +- 2,25	41,03 +- 1,92	27,53 +- 2,61	27,55 +- 2,28
<b>Křemen</b>	24,34 +- 1,65	30,81 +- 1,59	34,23 +- 2,52	27,78 +- 2,07
<b>Biotit</b>	3,84 +- 1,71	2,00 +- 1,17	10,08 +- 2,22	4,45 +- 1,62

Z výsledků analýzy vyplývá, že vstupní materiál – vzorek č. 1 je tvořen zejména mikroklinem (42,87 +- 2,61%), plagioklasem – albit (25,51 +- 2,25%), za zmínku stojí i procentuální zastoupení křemene (24,34 +- 1,65%). Ve vzorku č. 2 můžeme zjistit, že největší zastoupení má plagioklas – albit (41,03 +- 1,92%), a křemen (30,81 +- 1,59%).

U vzorku č. 3 je nejvíce zastoupen křemen (34,23 +- 2,52%), dále mikroklin (25,70 +- 3,30%) a plagioklas – albit (27,53 +- 2,61%). Vzorek č. 4 je tvořen mikroklinem (38,63 +- 2,91%), křemenem (27,78 +- 2,07%) a plagioklasem – albit (27,55 +- 2,28%).

### 5.4 Výsledky chemické analýzy

Kompletní chemická analýza zahrnuje stanovení všech hlavních a významně vedlejších prvků v podobě hmotnostní procent oxidů. Výsledky chemické analýzy jsou uvedeny v Tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 Chemické složení analyzovaných vzorků

Označení:	<i>Vzorek 1</i>	<i>Vzorek 2</i>	<i>Vzorek 3</i>	<i>Vzorek 4</i>
	<i>hmotnostní %</i>			
<i>Na<sub>2</sub>O</i>	1,9	2,8	2,9	2,6
<i>MgO</i>	0,06	0,38	0,28	< 0,12
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	13,93	13,44	13,07	15,06
<i>SiO<sub>2</sub></i>	74,10	74,57	74,58	73,70
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	0,07	0,16	0,11	0,03
<i>S</i>	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
<i>Cl</i>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
<i>K<sub>2</sub>O</i>	8,76	5,28	5,70	8,29
<i>CaO</i>	0,68	0,82	1,63	0,38
<i>TiO<sub>2</sub></i>	0,06	0,24	0,28	0,03
<i>MnO</i>	0,010	0,017	0,031	< 0,004
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	1,00	2,48	2,27	0,52
	<i>mg/kg</i>			
<i>V</i>	14,6	35,6	42,6	< 8,2
<i>Cr</i>	24,6	27,4	28,9	22,7
<i>Ni</i>	< 2,3	< 2,3	< 2,3	< 2,3
<i>Zn</i>	38,7	46,1	68,7	30,7
<i>Ga</i>	17,1	29,9	20,8	34,3
<i>As</i>	< 25	< 25	< 25	< 25
<i>Rb</i>	382,0	192,4	243,7	325,5
<i>Sr</i>	56,8	72,2	179,6	< 24
<i>Y</i>	73,6	48,7	60,9	77,6
<i>Zr</i>	< 70	242,8	270,2	< 70
<i>Nb</i>	14,0	18,4	20,1	< 6,8
<i>Ba</i>	132,8	871,4	871,1	184,1
<i>La</i>	16,8	67,6	42,9	< 13
<i>Ce</i>	48,6	105,7	105,5	47,9
<i>Pb</i>	17,3	< 7,4	11,8	12,1

Ze studovaných 4 vzorků byla zhotovena chemická analýza a na základě této analýzy jsme vzorky klasifikovaly ze tří hledisek:

- podle obsahu  $\text{SiO}_2$ ;
- podle saturace aluminem;
- podle poměru alkálií k  $\text{SiO}_2$  nebo  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Pomocí matematických výpočtu jsme zařadili studované vzorky následovně: Všechny vzorky hornin mají podle obsahu  $\text{SiO}_2$  acidní charakter, protože obsah  $\text{SiO}_2$  ve studovaném vzorku je větší než 63%. Dále jsme zjistili, že všechny vzorky jsou podle saturace aluminem – peraluminiové horniny a podle poměru alkálií se řadí do kategorie subalkálií.

## 6 Závěr

V bakalářské práci byl charakterizován žulovský masiv. Teoretická část bakalářské práce studovala charakteristiku dané oblasti, dále vznik, vlastnosti, využití a výskyt granitoidů.

Praktická část byla zaměřena na metodiku terénních prací, která zahrnovala odběr vzorků a měření strukturně – tektonických prvků v lomu pomocí geologického kompasu. Laboratorní práce zahrnovaly petrografický popis odebraných vzorků hornin, dále rentgen – difrakční analýzu a rentgen – fluorescenční analýzu.

Oblast studovaného ložiska je charakteristická z tektonického hlediska dobře vyvinutým primárním puklinovým systémem žulového tělesa, tedy puklinami S, Q a L. Intenzivně jsou v ložiskové oblasti vyvinuty především pukliny typu S. Pukliny systému S mají směr SZ – JV se stejnými úklony. Jsou převážně rovné a rovnoběžné, některé jsou sledovatelné přes celé jednotlivé etáže. Poruchové zóny mají zcela převažující směr S – puklin se strmějšími, ale i mírnějšími úklony. Kromě kataklázy jsou doprovázeny i kaolinizací, popř. dalšími alteracemi. Vedle S, Q a L puklin zhoršují blokovitost také pukliny diagonální. Jako diagonální pukliny byly označovány plochy, které směrově nespadají do intervalu plochy S a Q nebo mají úklon v rozmezí 25 – 60°

Vzorky odebrané na lokalitě Nový lom byly identifikovány jako biotitické granity a jejich žílné deriváty (pegmatity). Jediným tmavým minerálem vyskytujícím se v analyzovaných horninách byl biotit často postižený chloritizací. Většina vzorků, přestože makroskopicky působily čerstvým dojmem, byla více či méně alterovaná. Jedná se především o sericitizaci a kaolinizaci živců. Nejvyšší stupeň alterace vykazovaly vzorky odebrané z šikmé střížné povrchové zóny procházející větší částí lomu.

Z výsledku chemické analýzy jsme zjistili, že složení všech zanalyzovaných vzorků je peraluminiové, mají aciditní charakter a patří mezi subalkalické horniny.

Získané výsledky z tektonického měření a petrografické analýzy a jejich interpretace dokazují, že ložisko granitů Nový lom představuje významný ložiskový objekt pro hrubou a kamenickou výrobu.

## Seznam použité literatury

- [1] CHLUPÁČ, Ivo; kol. *Geologická minulost České republiky*. Praha: Akademie věd ČR, 2002. 436s. ISBN 80 – 200 – 0914 – 0.
- [2] MISÁŘ, Zdeněk; kol. *Český masiv*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 1983, 333s. SBN 66 – 01 .
- [3] CHÁB, Jan; et. al. *Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu*. Praha: Česká geologická služba, 2008. 284s. ISBN 978 – 80 – 7075 – 763 – 1.
- [4] HOLUB, V, František. *Obecná a magmatická petrologie*. Praha: Univerzita Karlova, 2002. 214s. ISBN 80 – 246 – 0614 – 3.
- [5] JIRÁSEK, Jakub; VÁVRO, Martin. *Nerostné suroviny a jejich využití*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, fakulta hornicko – geologická. ISBN 978 – 80 – 248 – 1378 – 3.
- [6] *Slezská žula* [online]. [cit. 20. 04. 2009]. Dostupný na WWW: <<http://www.kamen.cz>>.
- [7] *Výskyt granitoidů* [online]. Wikipedie: Otevřená encyklopedie. [cit. 22. 04. 2009]. Dostupný na WWW:< <http://wikipedia.cz>>.
- [8] RYBAŘÍK, V. *Ušlechtilé stavební a sochařské kameny České republiky*. Vydala: Nadace střední průmyslové školy kamenické a sochařské. 1994. 1 – 218. ISBN 80 – 900041 – 5 – 6.
- [9] JELÍNEK, Emil. *Moderní analytické metody v geologii* [online]. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická Praha 2008. [cit. 12.04.2009]. Dostupný na WWW:< <http://www.vscht.cz/anl/paci/PAC/prezentace/Moderni%20analyticke%20metody%20v%20geologii.pdf>>.
- [10] *Letecký snímek, Nový lom* [online]. [cit. 27. 04. 2009]. Dostupný na WWW: < [http://www.mapy.cz/#x=139257520@y=136768592@z=16@mm=RFP@sa=s@st=s@ssq=%C5%BDulov%C3%A1@sss=1@ssp=118084517\\_125536129\\_153015205\\_152455041](http://www.mapy.cz/#x=139257520@y=136768592@z=16@mm=RFP@sa=s@st=s@ssq=%C5%BDulov%C3%A1@sss=1@ssp=118084517_125536129_153015205_152455041)>.

[11] Měření geologickým kompasem [online]. [cit. 12.04.2009]. Dostupný na WWW:<  
***geologie.vsb.cz/praktikageologie/KAPITOLY/6\_MĚŘ\_KOMPASEM/Geologický\_kompas.***  
***htm - 58k - >***.

[12] VÁVRA, Václav; TVRDÝ, Radovan. *Stanovení kvantitativního zastoupení minerálů v horninách* [online]. Brno: Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita. [cit. 12.04.2009]. Dostupný na WWW:  
< [http://www.sci.muni.cz/gap/casop/r2005\\_w/vavra05\\_119.pdf](http://www.sci.muni.cz/gap/casop/r2005_w/vavra05_119.pdf)>.

[13] MATÝSEK, D. *Metoda XRD*: ústní sdělení.

[14] MIKENDOVÁ, B. *Metoda XRF*: ústní sdělení.



## Seznam tabulek, obrázku

Obr. 1: Mapa moravskoslezské oblasti

Obr. 2: Klasifikační diagram IUGS

Obr. 3: Zpracování kostky

Obr. 4: Využití haklíku pro stavbu mostu

Obr. 5: Ušlechtilá výroba – kašna

Obr. 6: Geologické kladivo

Obr. 7: Letecký snímek Nového lomu s čísly míst odběrů a vzorků

Obr. 8: Geologický kompas typu Freiberg

Obr. 9: Polarizační mikroskop

Obr. 10: Konturovaný diagram

Obr. 11: Růžicový diagram

Obr. 12 Kaolinizovaný mikroklin

Obr. 13 Mikroklin s mřížkovou strukturou

Obr. 14 Sericitizovaný plagioklas

Obr. 15 Chloritizovaný biotit

Obr. 16 Křemen

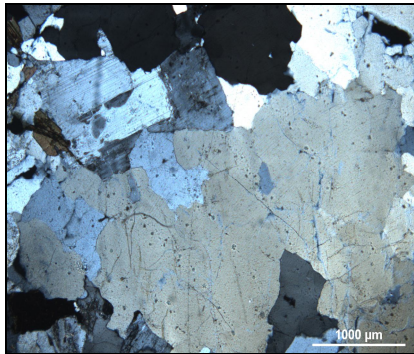
Tabulka č. 1: Přehled základní klasifikace granitoidů

Tabulka č. 2: Kriteria pro rozdělení I a S typů granitoidů

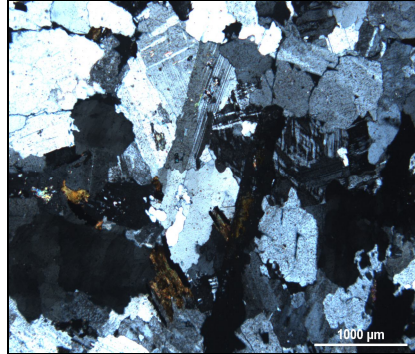
Tabulka č. 3: Výsledky stanovení minerálních fází vzorků

Tabulka č. 4: Výsledky chemického složení analyzovaných vzorků

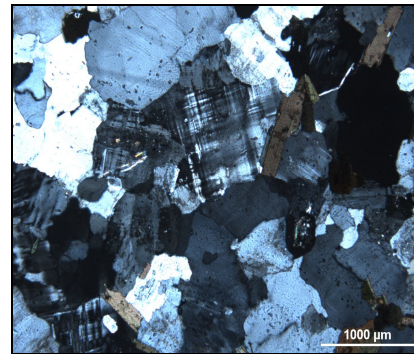
## Příloha



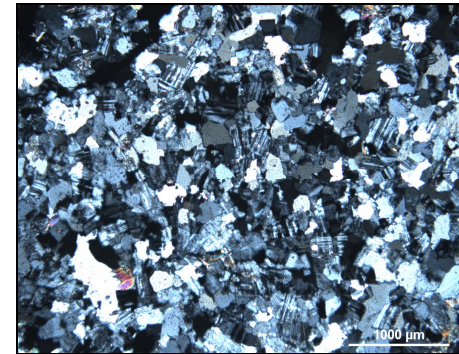
Obr. 17 Vzorek č. 1



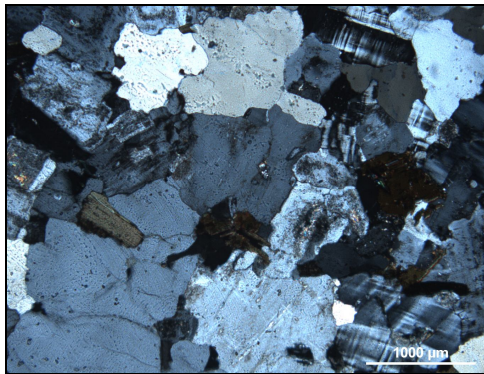
Obr. 18 Vzorek č. 2



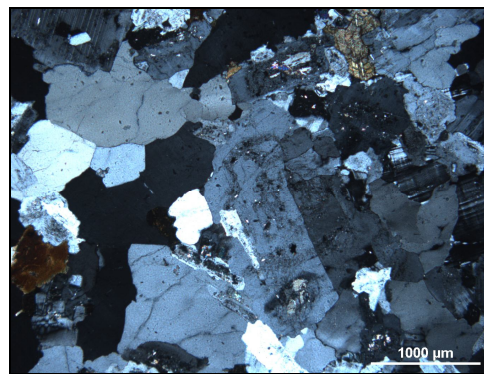
Obr. 19 Vzorek č. 3



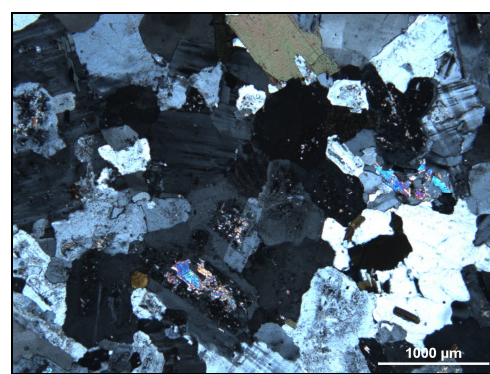
Obr. 20 Vzorek č. 4



Obr. 21 Vzorek č. 5



Obr. 22 Vzorek č. 6



Obr. 23 Vzorek č. 7